

Niech Ci chemia lekką będzie...

# CHEMIK *light*



Suplement do miesięcznika CHEMIK • nauka • technika • rynek  
nr 3/2010 PL ISSN 0009-2886. Wydanie w ramach Projektu  
„Słoneczna Chemia” dofinansowanego przez MNiSW.



**Janusz Bełzowski.** Tchemik. Zawodowo - Chemik, prywatnie - Chemik. Przynajmniej na razie student studium doktoranckiego. Oprócz chemii lubi zabawę w grafikę komputerową i webmastering. Prowadzi serwis internetowy poświęcony chemii i pirotechnice.



**Anna Czumak-Bieniecka.** Redaktor naczelna miesięcznika CHEMIK nauka-technika-rynek – podziwia pasję, wiedzę i umiejętności zespołu redakcyjnegoCHEMIKAlight.



**Danuta Bonczar.** Absolwentka Filologii Polskiej, miłośniczka kultury bałkańskiej. Obecnie sekretarz redakcji miesięcznika CHEMIK nauka-technika-rynek, w przyszłości... hm? O marzeniach się nie mówi, tylko się do nich dąży.



**Anna Gawelczyk.** Na co dzień studentka Chemii na Politechnice Śląskiej, lekko zakręcona, pozytywna wariatka uwielbiająca swojego chomiczka Koleska; twierdzi, iż życie trzeba traktować z przymrużeniem oka...



**Marcin Gibek.** Jest studentem Politechniki Śląskiej. Interesuje się chemią oraz kryminalistyką. W wolnych chwilach czyta książki a najchętniej odpoczywa w górach, ponieważ ceni sobie ciszę i spokój.



**Maria Jamróz-Piegza.** Absolwentka studium doktoranckiego Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej. Obecnie zastępca Redaktora Naczelnego miesięcznika CHEMIK nauka-technika-rynek. Prywatnie fanka lotnictwa – w wydaniu stacjonarnym...o lataniu wie dużo, do samolotu nie wsiada... Uwielbia pokazy lotnicze, obserwacje nieba nocą, podróże i dobry mecz piłki nożnej.



**Paweł Jurak.** Student Technologii Chemicznej Organicznej, fan Gwiezdných Wojen i Quentina Tarantino.



**Jarek Kabiesz.** Student Technologii Chemicznej, specjalność Technologia Polimerów i Tworzyw sztucznych (IV rok). Chemia, elektronika i jazda na nartach, to trzy jego największe pasje. Kiedy nie ma śniegu, wolny czas spędza na górskich wędrownkach i wylegiwaniu się w cieniu na hamaku.



**Marcin Kałuża.** Student Technologii Chemicznej – przyszły chemik analityk. Pasjonuje się również motoryzacją i jej związkami z chemią.



**Piotr Kociołek.** Jest studentem drugiego roku Politechniki Śląskiej na kierunku Technologia Chemiczna. W życiu codziennym zajmuje się czytaniem psychologicznych książek, prowadzeniem sesji RPG oraz uprawianiem

joggingu, chodzeniem po górach – zapomina wtedy o bieżących problemach.



**Katarzyna Krukiewicz.** Niedługo zostanie pełnoprawnym fizykochemikiem. Wtedy już nic nie uratuje świata przed jego spolimeryzowaniem!



**Iwona Krzyżewska.** Zamiłowanie do chemii ma od zawsze, jednak miłością pała również do wszelkich mikrobów. Interesuje ją wszystko co ma -bio w swej nazwie. W Kole Chemików działa aktywnie prawie od roku.



**Paulina Maksym.** Studentka IV roku Technologii Chemicznej na kierunku Technologia Polimerów i Tworzyw Sztucznych na Politechnice Śląskiej. Interesuje się chemią i piłką nożną, a w wolnych chwilach oddaje się pasji wędkowania.



**Dominika Mucharska.** Choć studiuje chemię, mówi o sobie – szalona chemiczka amatorka lubiąca eksperymentować, pasjonatka samochodów i wszelkiej maści nowinek technicznych z tym związanych.



**Marcin Romanowski.** Absolwent chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Obecnie „chemik polimer owiec”, pracownik ICSO „Błachownia”, zainteresowany materiałami wybuchowymi. W wolnych chwilach lubi czytanie książek o tematyce zbliżonej do dzieła pana Sun Tsu, najchętniej w otoczeniu muzyki klasycznej.



**Martyna Różycka.** Absolwentka Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej. Kilkuletni pracownik międzynarodowej firmy inżynierskiej, w dziale kontraktów. Prywatnie fan podróżowania, malarstwa, dziwnych zwierzątek takich jak jaszczurki, węże czy pająki. Obecnie rezydent w biurze podróży w Turcji.



**Beata Wątor.** Szalone zjawisko dziwnych zachowań, 100-dentka chemii, czyli za niedługo pani mgr inż. chemik miejmy nadzieję!



**Delfina Wichary.** Uważa, że chemia jest bombowa, dlatego na co dzień można ją spotkać buszującą w laboratorium w Zespole Materiałów Wybuchowych lub zgłębiającą tajniki kryminalistyki. Ale kiedy zrzuca fartuch, przychodzi pora na górskie wspinaczki, paintball czy radosną twórczość: grę na gitarze, czy malarstwo.



**Dariusz Witoszyński.** Jest studentem Technologii Chemicznej na Politechnice Śląskiej, uzależniony od muzyki i dobrego filmu,- pasjonat elektroniki i komputerów. W wolnych chwilach znajdziecie go daleko od cywilizacji, oddającego się przyjemności jazdy konnej.

## Spis treści:

Przepis na... Zombie . . . . . 2



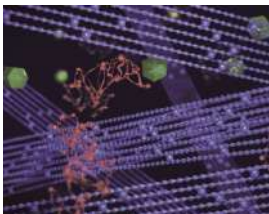
Czy wiesz, że . . . . . 3

Górnictwo, to nie tylko dynamit . . . . . 4



Science vs. Fiction . . . . . 6

Czy polimer może być inteligentny . . . . . 8



Z życia chemika empiryka . . . . . 10

Analiza odcisków palców . . . . . 12



Matrix Mendelejewa . . . . . 13

Gazy - ocean życia . . . . . 15



Terminologia . . . . . 16

Sudoku . . . . . III okł.

## Od redakcji

Wszyscy chcemy rozwijać się, iść do przodu. To właśnie jest szeroko pojęty postęp. Ale przede wszystkim chęć jego osiągnięcia, dążenie, zbliża nas do wiedzy. Wiedza zaś pozwala nam lepiej uczestniczyć w życiu, w otaczającym nas świecie, rozumieć i być rozumianym.

Miesięcznik CHEMIK nauka-technika-rynek także chce się rozwijać! Tłumaczyć i rozumieć chemię.

Przede wszystkim zależy nam na zaciekawieniu chemią i wskazaniu jak bardzo jest wszechobecna we współczesnym świecie. Żywność, lekarstwa, ubrania, budynki i wnętrza, meble, sprzęt sportowy, komputery, samochody i wiele innych – to dzięki chemii istnieje ten kolorowy, komfortowy świat, w którym żyjemy.

CHEMIK nauka-technika-rynek jest czasopismem naukowo-technicznym dla inżynierów i naukowców. Dla Was przygotowaliśmy CHEMIKlight z podtytułem...niech Ci chemia lekką będzie... – przede wszystkim, aby Was zaciekać, a potem zafascynować magią i nieograniczonymi możliwościami chemii. Pragniemy podzielić się z Wami wiedzą i ciekawostkami – o pirotechnice, kryminalistyce, o pierwiastkach, polimerach, stanach skupienia, wskazać eksperymenty, łatwe do przeprowadzenia z pomocą nauczyciela w szkolnym laboratorium. Liczymy, że zaciekawieni treścią publikacji i doświadczeni w roli eksperymentatorów będziecie chcieli wiedzieć więcej, więcej i więcej. Że znajdziemy w Was sojuszników chemii i jej nieograniczonych możliwości w nauce i technice.

Wszystkie artykuły, informacje i ciekawostki zostały przygotowane przez Waszych tylko trochę starszych Kolegów i Koleżanki – studentów i doktorantów z Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej.

Zatem życzymy owocnej i postępowej lektury. Niech Wam chemia lekką będzie!

Redakcja

**Fundusze na to wydawnictwo pochodzą z realizowanego przez nasz miesięcznik i Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego projektu Słoneczna Chemia – współfinansowanego przez MNiSW.**

**WYDAWCA:** ZW CHEMPRESS-SITPChem  
44-100 Gliwice, ul. Górnych Wałów 25,  
tel./fax (032) 231-61-35  
www.miesiecznikchemik.pl

**SUPLEMENT DO WYDANIA CHEMIK 3/2010**

**PL ISSN 0009-2886**

**ADRES REDAKCJI:** CHEMIK nauka•technika•rynek  
44-100 Gliwice, ul. Górnych Wałów 25  
tel/fax (032) 231-61-35  
www.miesiecznikchemik.pl

**Wydawanie czasopisma jest dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego**

**ZAKŁAD WYDAWNICZY**  **CHEMPRESS**



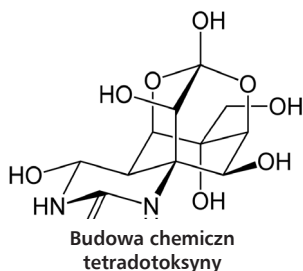
# Przepis na... zombie

Według wierzeń voodoo, ożywienie martwego człowieka jest możliwe. Zrobić to może jednak tylko wykwalifikowany kapłan, a ożywieniec (zombie), od chwili powstania z martwych musi spełniać wszystkie jego rozkazy. Historie o zombie są bardzo popularne szczególnie na Haiti – miejscu, z którego wywodzi się voodoo. Pojawiają się one jednak już nie tylko w miejscowych podaniach, stały się częścią kultury masowej.

Nic dziwnego, że naukowcy postanowili zbadać to zjawisko. W 1980 r. w pewnej haitańskiej wiosce pojawił się mężczyzna, który 18 lat wcześniej został przez lekarzy uznany za zmarłego. Opisał on swój stan jako rodzaj letargu – był sparaliżowany, ale świadomy. Ten stan lekarze wzięli mylnie za śmierć. Mężczyzna twierdził, że wkrótce po „śmierci” kapłan voodoo ożywił go i zamienił w zombie.

Wielu naukowcom wystarczyło to, aby uwierzyć legendom i dopuścić możliwość istnienia zombie. W latach 1982-1984 kanadyjski antropolog, doktor Wade Davis, przemierzył Haiti wzdłuż i wszerz w nadziei, że znajdzie rozwiązanie tej zagadki. W swojej podróży odkrył, że kapłani voodoo używają do swych praktyk tak zwanego proszku zombie – mieszaniny sypkich składników, wśród których znaleźć można sproszkowane rośliny i zwierzęta – najczęściej słynące z toksyczności jaszczurki, żaby i pająki, a nawet szczątki ludzkie. Po dokładnej analizie próbek, Davis uznał tetrodotoksynę za substancję aktywną.

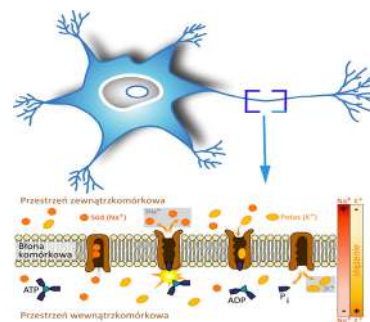
Tetrodotoksyna, to silnie toksyczny alkaloid (1 gram trucizny może zabić 500 ludzi!) wytwarzany między innymi w organizmach ryb z rodziny rozdymkowych (znanych również pod nazwą „fugu”), traszek kalifornijskich, niektórych rożgwiazd i krabów. Należy ona do grupy neurotoksyn – związków, które działają poprzez zatrzymanie impulsów nerwowych. Co ciekawe, z powodu swojej budowy chemicznej nie może ona przeniknąć do mózgu.



Wydawałoby się, że to dobra wiadomość; w końcu to mózg jest odpowiedzialny za szereg czynności niezbędnych do życia. Niestety, mimo że funkcjonuje on poprawnie, to informacje w nim generowane nie są w stanie dotrzeć do celu. W praktyce wygląda to tak, że umierając człowiek jest całkowicie świadomy tego, co się z nim dzieje. Prerażające, prawda?

Mechanizm działania tetrodotoksyny nie jest aż tak skomplikowany, jak by się mogło wydawać. Do komunikacji z resztą ciała, nasz mózg wykorzystuje impulsy elek-

tryczne. Każda informacja przekazywana jest ścieżką utworzoną przez komórki nerwowe (neurony) od mózgu aż do miejsca docelowego, zazwyczaj do komórki mięśniowej. Najważniejszą rolę w przewodzeniu impulsów pełnią jony potasu i sodu. W wyniku



Schemat przewodzenia impulsów nerwowych

działania pompy sodowo-potasowej stężenie sodu jest znacznie większe na zewnątrz komórki niż w jej wnętrzu; w przypadku potasu pompa działa odwrotnie. Aby powstał impuls nerwowy, musi zniknąć różnica stężeń tych jonów. Pompa zostaje zatrzymana, a w błonie komórkowej otwierają się specjalne kanały jonowe, dzięki którym następuje przepływ jonów i tym samym wyrównanie stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki. Tetrodotoksyna blokuje kanały sodowe i uniemożliwia przenikanie sodu przez błonę. W związku z tym impuls wytworzony przez mózg nie dociera do celu, mózg nie ma kontroli nad ciałem.

Do pierwszych objawów zatrucia tetrodotoksyną należą: drętwienie warg i języka, mrowienie twarzy i kończyn, po którym może nastąpić uczucie lekkości i unoszenia. Drugą fazą zatrucia jest postępujący paraliż oraz kłopoty oddechowe, utrudniona jest mowa; chory wykazuje objawy sinicy i obniżone ciśnienie. Pomimo paraliżu, zachowuje przytomność, a także jasność widzenia aż do chwili śmierci, która następuje średnio po 4 do 6 godzinach.

Tetrodotoksyna wydaje się być świetnym substratem przy tworzeniu zombie. Ludzie nią zatruci wykazują objawy śmierci klinicznej – spłycony oddech oraz bardzo powolna akcja serca mogą zmylić nawet lekarzy. Pierwszy etap produkcji zombie – pozorowana śmierć – gotowy! Jak jednak przerwać działanie toksyny? Naukowcy nie znaleźli jeszcze antidotum na działanie tetrodotoksyny, ale widać, że kapłani voodoo są na dobrej do tego drodze. Przypomnijmy, „proszek zombie” zawiera nie tylko fragmenty ryby fugu, ale także innych toksycznych żyjątek. Prawdopodobnie któraś z toksyn, lub ich mieszanina, podana w odpowiedniej ilości znosi działanie tetrodotoksyny pozorując efekt zmartwychwstania.

Nie wszyscy naukowcy przekonani są do możliwości istnienia zombie, ani do roli tetrodotoksyny w procesie „zombifikacji”. Chociaż wykonane zostały badania (chromatografia gazowa/cieczowa i spektrometria masowa) potwierdzające jej obecność w „proszku zombie”, to jednak niektórzy uważają, że jest jej zbyt mało, aby miała odgrywać istotną rolę. Czy kiedykolwiek poznamy tajemnicę kapłanów voodoo? Naukowcy tak łatwo się przecież nie poddają!





# Czy wiesz że...?

czy wiesz że...?



## Datowanie

W licznych dziedzinach nauki i techniki na szeroką skalę wykorzystywane są izotopy promieniotwórcze. Bardzo ciekawym zastosowaniem technik izotopowych jest metoda radiowęglowa, która pozwala na określenie wieku wykopalisk. Jak sama nazwa wskazuje w metodzie tej wykorzystuje się węgiel, a dokładniej promieniotwórczy izotop  $^{14}_6\text{C}$ . Jego powstanie wiąże się z oddziaływaniem promieniowania kosmicznego na jądra atomów azotu. Izotop  $^{14}_6\text{C}$  bierze udział w obiegu kołowym węgla w przyrodzie. Jest on pobierany przez rośliny lądowe w postaci  $\text{CO}_2$ , które asymilują rocznie ok. 30 miliardów ton tego gazu. Należy pamiętać również o jonach węglanowych powstałych przez rozpraszanie  $\text{CO}_2$  w wodzie, które „uwieżone” w postaci węglanów wapnia, stanowią pokłady wapieni na ziemi. Jedno jest pewne – węgla nie starczyłoby na

ziemi, gdyby nie powracał do atmosfery w postaci  $\text{CO}_2$ . Jego powrót jest skutkiem oddychania, gnicia, erupcji wulkanów oraz spalania substancji organicznych przez człowieka. Zastanawiacie się pewnie, w jaki sposób można określić wiek danego wykopaliska? Pomaga w tym stały i jednakowy stosunek zawartości izotopów  $^{14}_6\text{C}$  do  $^{12}_6\text{C}$  we wszystkich organizmach żywych uczestniczących w obiegu węgla. Każdy organizm w chwili śmierci zostaje automatycznie wyłączony z tego obiegu. W konsekwencji nie przyswaja nowych ilości izotopu  $^{14}_6\text{C}$  i tym samym maleje jego promieniotwórczość. Przez każde 5600 lat zawartość węgla  $^{14}_6\text{C}$  maleje o połowę. Stąd można obliczyć kiedy ilość węgla była na naturalnym poziomie, a więc, kiedy dany organizm zmarł. Określenie stosunku zawartości węgla promieniotwórczego do niepromieniotwórczego pozwala na umieszczenie znaleziska w konkretnym okresie. Analiza radiowęglowa znalazła zastosowanie w takich dziedzinach nauki, jak geologia, archeologia, antropologia i innych pokrewnych.



## Diamenty są wieczne?

Jubilerzy od dawna powtarzają nam, że nie ma na świecie nic trwalszego od diamentów. Mylą się.

Diamant jest jedną z odmian alotropowych węgla. Wyróżnia go bardzo regularna budowa i wyjątkowe właściwości. Diamant jest uznawany za najtwardszą substancję pochodzenia naturalnego. Niespotykana wartość współczynnika załamania światła sprawia, że inny kamień nie może równać się z nim blaskiem.

Wszystko to tylko pozory. Okazuje się, że diament jest substancją metastabilną, nietrwałą. Diamenty ulegają nieustannej transformacji w bardziej stabilną formę, czyli w grafit. Na szczęście taki proces przebiega bardzo wolno. Przemiana diamentowych kolczyków w kawałek grafitu potrwa miliony lat. Należy jednak mieć się na baczności, ponieważ szybkość tego procesu wzrasta wraz ze wzrostem temperatury. Jeżeli pierścionek z diamentem wpadnie do kominka, to niewykluczone że po krótkim czasie jego wartość drastycznie spadnie.



## Chemia miłości

Istnieje coś takiego jak chemia miłości. Gdy ktoś nam się podoba, mózg zaczyna produkować fenyletyloaminę. To ta substancja (znajduje się także w czekoladzie) może wywołać przyspieszone bicie serca czy brak tchu, czyli fizyczne objawy zakochania. Ten stan wielu nazwałoby euforią i tutaj naukowcy znowu rzucają nazwami chemicznymi... otóż za ów stan odpowiadają „kuzynki” amfetaminy: norephetamina i dopamina. To one właśnie sprawiają, że ogarnia nas niesamowite poczucie szczęścia i stajemy się nieczuli na różnego rodzaju bodźce. Po pewnym czasie jednak to uczucie mija, a nasz organizm wytwarza endorfinę - hormon który odpowiedzialny jest za zmniejszenie napięcia, łagodzenie bólu, a także za kojenie emocji. Dzięki tej substancji mamy poczucie bezpieczeństwa i stabilizacji. Jak widać, to co przez wieki było wielkim natchnieniem pisarzy i malarzy, dziś nie jest już zagadką. Ale możemy być spokojni, bo czy nauka może ogarnąć wszystkie aspekty miłości?



## Arszenik jako lekarstwo

Arszenik, którego dawka śmiertelna dla organizmu ludzkiego wynosi ok. 0,1 - 0,15 g, jest wykorzystywany w medycynie jako lekarstwo. Ta jedna ze sztandarowych trucizn, której przypisuje się m.in. śmierć Napoleona, jest niezbędna człowiekowi do życia, gdyż bierze udział w syntezie białka i hemoglobiny.

Już w IX w. arsenik, był stosowany jako lek przeciwko niedokrwistości. W niewielkich ilościach związku arsenu wy-

stępują w niektórych wodach mineralnych, zalecanych przy leczeniu schorzeń układu krążenia; są też stosowane jako lekarstwo w przypadku zatrucia selenem. Arsenik jest również wykorzystywany do walki z rakiem, ponieważ pobudza układ odpornościowy człowieka do usuwania komórek nowotworowych, np. w jednej z odmian ostrej białaczki. Arsenik hamuje wytwarzanie naczyń krwionośnych potrzebnych do rozwoju nowotworu, a także przyspiesza śmierć komórek nowotworowych. Jest stosowany w przypadkach, kiedy leczenie zwykłą chemioterapią nie przynosi oczekiwanych efektów. Jego zalecane jest również to, że zmniejsza ryzyko przerzutów.





# Górnictwo, to nie tylko dynamit

Gdy Chińczycy ok. IX w. n.e. poszukując eliksiru nieśmiertelności, wynaleźli proch czarny, nie wiedzieli, że stanie się on przyczynkiem do tworzenia potężnych materiałów wybuchowych. Pierwsze zapiski w księgach alchemicznych na jego temat ostrzegały tylko, by wszystkich składników, czyli saletry potasowej, siarki i węgla drzewnego, nie mieszać razem, gdyż może to skutkować wybuchem. Dokładny opis sporządzania prochu czarnego podał ok.1249 r. Roger Bacon w dziełach: „De Secretis” i „Opus Tertium” („O tajemnicach” i „Dzieło trzecie”). W XI w. n.e. proch czarny po raz pierwszy został zastosowany jako materiał wybuchowy do celów militarnych, w raketach oraz bombach zapalających wystrzeliwanych z katapult. Istnieją wprawdzie zapiski, jakoby już podczas oblężenia Konstantynopola przez Arabów w 674 r. n.e. flota arabska została spalona przy użyciu tzw. ognia greckiego. Jego skład nie jest dokładnie znany (stanowił tajemnicę państwową), jednak przypuszcza się, że był on mieszaniną saletry ze smołą względnie ropą naftową, siarką i tlenkiem wapnia. Materiał ten, wyrzucany z dużej odległości za pomocą aparatów zwanych „syfonami” w kierunku statków nieprzyjacielskich, przy zetknięciu z nimi wzniewał gwałtowny pożar.

## Proch czarny w górnictwie

Proch czarny w górnictwie pojawił się dopiero w 1627 r., o czym świadczy zapis w księgach sądu górniczego w Sopron, stwierdzający, że 8 lutego, Tyrolczyk Kasper Weindl przeprowadził pierwsze udane strzelanie prochem czarnym w sztolni „Górny Bóbr” na Węgrzech. Od tego czasu proch czarny był wielokrotnie modyfikowany. Modyfikacjom podlegały nie tylko proporcje składników, lecz także ich rodzaj. W 1786 r. francuski chemik Claude Louis Berthollet próbował zastąpić saletrę potasową chloranem potasu (zwanym na cześć jego wynalazcy solą Bertholleta), jednak próba ta skończyła się tragicznie. Podczas publicznego pokazu działania prochu czarnego, opartego na chloranie potasu, nastąpiło jego zatarcie w porcelanowym moździerzu i wybuch. Zginął ówczesny asystent Bertholleta, a prace nad tak modyfikowanym prochem czarnym zostały wstrzymane. Obecny skład prochu czarnego pozostaje niezmienny i stanowi 75% azotanu potasu, 15% węgla drzewnego i 10% siarki.



Granulowany proch czarny

W dzisiejszych czasach proch czarny, ze względu na swoją stosunkowo małą siłę wybuchu, stosowany jest tylko w kopalniach odkrywkowych do urabiania skał na bloki; nie nadaje się do odstrzeliwania skał mocnych, takich jak np. granit.

## Nitrogliceryna a dynamit

Nitrogliceryna, pierwszy raz otrzymana przez włoskiego chemika Ascanio Sobrero w 1847 r., jest obok trotylu, najbardziej znanym materiałem wybuchowym. Ze względu na swoje właściwości wybuchowe i wysoką niestabilność za-



Dynamit  
(fot. NITROERG S.A.)

broniono jej produkcji, gdyż stosowanie jej w postaci płynnej nie tylko utrudniało pracę technicznie ale i powodowało zbyt dużo wypadków. Swoją drugą młodość nitrogliceryna przeżyła dopiero w latach sześćdziesiątych XIX w., kiedy to Alfred Nobel zastosował ją do produkcji żelatyny wybuchowej (mieszanki nitrogliceryny z nitrocelulozą) i później ostatecznego dynamitu.

Dynamit Nobla zawierał 75% nitrogliceryny i 25% ziemi okrzemkowej. Ziemia okrzemkowa była jednak składnikiem obojętnym, który faktycznie stabilizował nitroglicerynę, lecz osłabiał też siłę jej wybuchu. Prace nad tym materiałem doprowadziły do dzisiejszych dynamitów stosowanych w górnictwie i przemyśle, w których ziemię okrzemkową zastąpiono saletrą amonową i innymi dodatkami poprawiającymi siłę wybuchu, takimi jak mączka drzewna czy dinitrotoluen (choć od jego stosowania odchodzi się także z powodu dość wysokiej toksyczności). Współczesny dynamit, obok nitrogliceryny, zawiera także nitroglikol, który obniża temperaturę zamarzania dynamitu, przez co jest on bardziej użyteczny i bezpieczny, a całkowita zawartość nitroestrów nie przekracza zazwyczaj 40%. Stosunek nitrogliceryny do nitroglikolu jest najczęściej stały i wynosi 50:50. Podczas nitrowania stosuje się mieszaninę glikolu i gliceryny, by uniknąć konieczności późniejszego mieszania nitrogliceryny z nitroglikolem.

Do materiałów wybuchowych amonowo-saletrzanych nie będących dynamitami, lecz zawierających nitroestry, zaliczamy także tzw. amonity. Amonity, to także mieszaniny saletry amonowej z nitroestrami (nitrogliceryna i nitroglikolem), lecz o zmniejszonej ich zawartości (do kilku procent) i składnikami palnymi, takimi jak mączka drzewna. Amonity są materiałami wybuchowymi dużo słabszymi od dynamitów i używa się ich do urabiania słabszych skał, takich jak np. łupki i piaskowce.

## Materiał wybuchowy bez materiału wybuchowego?

Azotan(V) amonu, zwany potocznie saletrą amonową, nie był kiedyś uważany za zdolny do wybuchu. Życie zweryfikowało jednak ten pogląd, kiedy 21 września 1921r. w mieście Oppau (obecnie przedmieście Ludwigshafen) w Niemczech, w fabryce chemicznej firmy BASF, podczas próby rozdrobnienia potężnego składu mieszaniny saletry amonowej z siarczanem(VI) amonu (tzw. soli podwójnej) za pomocą dynamitu, doszło do katastrofy. Skład wyleciał w powietrze, śmierć poniosło ponad 560 osób a rannych zostało ponad 2000. Dziś saletra amonowa jest głównym składnikiem dynamitu, ale stanowi także bazę materiałów zwanych saletrolami.



Saletrol  
(fot. NITROERG S.A.)

Saletrol, to mieszanina saletry amonowej z paliwem organicznym, która jest zdolna do wybuchu, mimo że nie zawiera klasycznych dodatków wybuchowych. Najpopularniejszym

saletrolem jest tzw. ANFO, którego nazwa pochodzi od jego dwóch składników: saletry amonowej (*ammonium nitrate* – AN) i oleju napędowego (*fuel oil* – FO). Do przygotowania saletroli, saletrę poddaje się specjalistycznej obróbce termicznej. Proces ten nosi nazwę porowacenia. Podczas wygrzewania granu saletry w odpowiedniej temperaturze, ulega ona przemianom krystalicznym, przez co ich powierzchnia staje się mikroporowata. Dzięki wytworzeniu tych drobnych kanalików, chłonie ona dużo lepiej płynny składnik saletrolu. Optymalny skład takiego saletrolu, to ok. 94,5% saletry i 5,5% oleju, jednak na rynku znajdujemy niekiedy także saletrole o innym składzie.

### Materiały wybuchowe a bezpieczeństwo w kopalniach

Raz po raz słyszymy o tym, że w kopalniach zdarzają się wybuchy metanu czy pyłu węglowego. Problem metanu rośnie wraz z wydobyciem węgla z coraz głębszych pokładów.

Obecnie eksploatuje się węgiel z pokładów znajdujących się na głębokości większej niż 1000 m, i nawet te kopalnie, które kiedyś były uważane za niemetalowe, obecnie takimi już są. Koniecznością stało się więc zaprojektowanie materiałów wybuchowych bezpiecznych wobec metanu i pyłu węglowego. Materiały te kiedyś były nazywane materiałami powietrznymi i powietrznymi specjalnymi.

Dzielimy je na dwie główne grupy: węglowe i metanowe.



**Karbonit**  
(fot. NITROERG S.A.)

Wśród metanowych wyróżniamy dodatkowo metanowe specjalne o jeszcze wyższych parametrach bezpieczeństwa wobec metanu. Materiały wybuchowe węglowe są dopuszczane do prac strzałowych w węglu, a metanowe i metanowe specjalne w skale w pokładach zametanowanych.

Wśród materiałów wybuchowych bezpiecznych wobec pyłu węglowego i metanu, wyróżniamy takie jak karbonity (obecnie odchodzące już do lamusa), metanity czy barbaryty (nazwa pochodzi od Kopalni Doświadczalnej „Barbara”, w której je opracowano), których skład jest tak dobrany, aby temperatura wybuchu była jak najniższa, co zmniejsza ryzyko zainicjowania zapłonu i wybuchu metanu oraz pyłu węglowego. Realizuje się to przez dodatek składników obniżających, zdolnych do pochłaniania ciepła wybuchu. Najpopularniejszym składnikiem obniżającym temperaturę wybuchu jest zwyczajna sól kuchenna, czyli chlorek sodu.



**Barbaryty**  
(fot. NITROERG S.A.)

### Materiał wybuchowy w płynie...

Lata prac nad nowymi, jeszcze lepszymi, bezpieczniejszymi i silniejszymi materiałami wybuchowymi doprowadziły do powstania materiałów wybuchowych emulsyjnych. Pierwowzorem materiałów emulsyjnych były materiały wybuchowe zawieszinowe, które obecnie nie są już praktycznie produkowane ani stosowane. Materiały emulsyjne składają się z dwóch podstawowych składników matrycy - emulsji i uczulaczy.

Matryca emulsji jest niczym innym jak nasyconym roztworem wodnym azotan(V) amonu z olejem i takimi modyfikatorami, jak zagęstniki, stabilizatory czy dodatki energetyczne. Tutaj można także wspomnieć, że wyróżniamy trzy typy emulsji: woda w oleju, olej w wodzie i układ kombinowany. Czynnikiem uczulającym matrycę, nadającym jej cechy wybuchowe, są najczęściej dodatki napowietrzające (fizyczne lub



**Materiał wybuchowy emulsyjny**  
(fot. NITROERG S.A.)

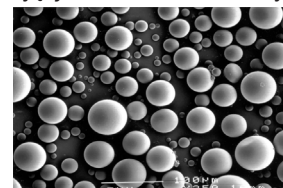
chemiczne), a także czasem dodatki paliw, takich jak pył aluminiowy, lub dodatki wysokoenergetyczne, jak odpadowy proch strzelniczy lub trotyl.

Sama matryca emulsji uznawana jest za niewybuchową, a dopiero dodatek uczulaczy (sensybilizatorów) nadaje jej takie właściwości. Chemicznym uczulaczem jest najczęściej azotan(III) sodu, który w reakcji z saletrą amonową staje się czynnikiem gazotwórczym. Tak napowietrzona matryca jest już zdolna do detonacji. Obecnie prowadzi się prace nad wyeliminowaniem azotanu(III) sodu jako uczulacza, ze względu na jego toksyczność.

Czynnikiem fizycznym uczulającym matrycę emulsji są najczęściej tzw. mikrosfery. Mikrosfery, to małe, puste w środku, drobne kuleczki szklane, polimerowe lub ceramiczne. Taki dodatek napowietrza emulsję nie pozwalając na jej szybkie znieczulenie się na bodziec pobudzający, co może mieć miejsce w przypadku napowietrzania chemicznego.

Materiały emulsyjne stanowią dobrą alternatywę dla saletroli czy dynamitów, i choć są słabsze w działaniu, to ich wielką zaletą jest minimalna zawartość szkodliwych gazów po wybuchu, takich jak tlenek węgla czy tlenki azotu. Obecnie produkuje się także materiały wybuchowe emulsyjne bezpieczne wobec metanu i pyłu węglowego przez dodatek substancji obniżających temperaturę wybuchu.

Struktura materiałów emulsyjnych pozwala na automatyzację prac strzałowych w kopalniach, co znacznie podnosi komfort pracy i jej bezpieczeństwo. Pozwalają one dodatkowo na przygotowywanie materiału z matrycy na miejscu prac strzałowych, eliminując problem transportu materiału wybuchowego do kopalni i na jej terenie. Systemy samozaładownicze skonstruowane są w taki sposób, że z dwóch oddzielnych zbiorników (jeden z matrycą emulsji, drugi z sensybilizatorami) pompa pobiera składniki, miesza i wprowadza do otworu strzałowego przygotowany i uczulony materiał emulsyjny.

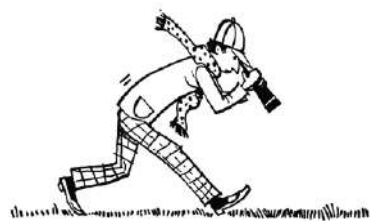


**Mikrosfery polimerowe**  
(<http://legacy.mse.lifl.edu>)

### Podsumowując

Jak można wnioskować z powyższego tekstu, współczesne górnictwo posiada wiele narzędzi wybuchowego urabiania skał i węgla. Od czasów prochu czarnego do materiałów wybuchowych emulsyjnych upłynęło jedenaście stuleci. I choć mogłoby się wydawać, że to już szczyt rozwoju materiałów wybuchowych, to pamiętajmy, że prawdziwy rozwój techniki to właściwie dopiero druga połowa XX wieku. Co nam przyniesie dopiero co rozpoczęty wiek XXI w branży materiałów wybuchowych? Tego nie wie nikt. Może powstaną materiały wybuchowe, które staną się całkowicie niewrażliwe na bodźce mechaniczne, a przez to będą jeszcze bardziej bezpieczne w stosowaniu? Może ktoś wymyśli taką alternatywę dla węgla, ropy i innych paliw kopalnych, że kopalnie i materiały wybuchowe w nich używane stracą w ogóle rację bytu? Wszystko przed Wami!





# Science vs. Fiction

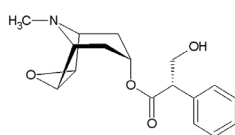
## Czy istnieje kłamstwo doskonałe?

Pamiętacie, jak kiedyś próbowaliście zataić prawdę, aby nie „oberwać po uszach”? Ile razy unikaliśmy jej, albo owijaliśmy w bawełnę całą historię, aby ukryć naszą winę. Ale jaka byłaby nasza reakcja, gdyby podano nam „serum prawdy”? Cała prawda wyszłaby z nas jak marmolada z pączka, a wtedy trzeba by ponieść odpowiedzialność za nasze czyny. Tylko, czy istnieje we współczesnym świecie „serum prawdy”?

Opinie specjalistów i psychologów ten temat są podzielone; nie do końca są też oni przekonani o skuteczności znanych i stosowanych substancji jako „serum prawdy”.

Jedną z takich substancji jest skopolamina, którą można uzyskać z wyciągu bielunia dziędzierzawa. W małych dawkach działa uspokajająco oraz „zamraża” część mózgu odpowiedzialną za dyskreję, wprowadzając w inny stan świadomości. Jej działanie odkryto przez przypadek, kiedy na początku XX w. podawano ją kobietom tuż przed porodem, aby wprowadzić je w stan lekko senny. Zauważono jednak, że kobiety te były skore do szczerych rozmów.

W 1922 r. Robert House zaaplikował skopolaminę więźniom, których wina zdawała się być przesądzona. Działanie House'a wiązało się z jego podejrzeniem, że policja jest skorumpowana. Więźniowie będący pod wpływem hioscyny (inna nazwa skopolaminy) nie przyznawali się do winy. Po latach jednak naukowcy stwierdzili, że owo „serum prawdy” ma jedną istną wadę. Zdarzały się bowiem sytuacje, w których ludzie przyznawali się do zbrodni, których nie mogli popełnić.



Skopolamina

## Sztuczne nici, czyli mały-wielki krok dla ludzkości

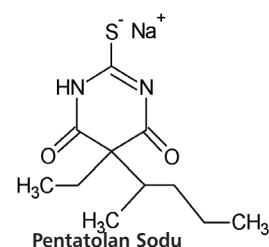
Jak to się zaczęło...

Poprzez swoje pragnienia człowiek osiągnął wiele rzeczy, których nie byłby w stanie osiągnąć, gdyby nie obserwował zachowań zwierząt. W dzisiejszym świecie takimi sprawami zajmuje się biomimetyka, która jest jedną z najbardziej przyszłościowych nauk. Ważnym zagadnieniem biomimetyki jest wykorzystanie pajęczych nici dla potrzeb człowieka.

Pod wpływem leku trudno było im odróżnić rzeczywistość od halucynacji, omamów, czy fantazji.

Inną z takich substancji jest pentatolan sodu, który wciąż czasami jest stosowany (rzecz jasna nielegalnie). Należy on do grupy barbituarnów, które obniżają funkcjonowanie kory mózgowej. Kilku psychiatrów wysunęło hipotezę, że kłamstwo jest bardziej skomplikowane niż prawda i dlatego działając na korę mózgową łatwiej jest jej dowieść.

Jednak efekty uboczne były podobne do obserwowanych w przypadku skopolaminy. Środek powodował gadatliwość, a kluczem do wyciągnięcia informacji było odróżnienie prawdy od fantazji. Innym problem pentatolanu sodu jest jego wąski zakres indywidualnego dawkowania. Mała dawka może nie dać efektu, a zbyt duża - doprowadzić do śmierci.



Jak więc to jest z „serum prawdy”? Czy mamy się czego obawiać?

Wyżej wymienione środki są zakazane wobec Kodeksu postępowania karnego, jednak obecnie są równie skuteczne metody psychologiczne stosowane do „wyciągania prawdy”. Kluczem do usłyszenia szczerych zeznań jest umiejętność rozmowy i zadawania pytań, tak aby „obejść” system nerwowy przesłuchiwanego.

Próba rozkodowania ludzkiego organizmu nie jest do końca etyczna. Jednak wyścig szczurów trwa, a ludzka wyobraźnia nie zna granic. To, co dla nas jest już sufitem, dla innych może być dopiero podłogą, a wszystko wskazuje na to, że dotychczasowe odkrycia stanowią dopiero wierzchołek góry lodowej.



**Czym są naprawdę pajęczne nici?**

Pajęczne nici są zbiorem połączonych ze sobą cienkich nitek. Każda z tych nitek tworzy zaawansowaną strukturę zbudowaną z naturalnych polimerów. W ok. 50% składa się na nie spolimeryzowane białko, zwane fibroiną. Jest to nie tylko główny składnik pajęczyny, ale także np. naturalnego jedwabiu. W składzie tego białka przeważają aminokwasy, takie jak glicyna, alanina, seryna czy tyrozyna.

**Próby doświadczalne i możliwości wykorzystania**

Sieć utworzona przez pająka jest niezwykle trwała, odporna na rozciąganie i wytrzymała. Włókno o przekroju 1 mm może utrzymać ciężar ponad 260 kg. Pajęczyna może nawet zatrzymać pędzącą z prędkością 30 km/h pszczołę! Ma jeszcze jedną niezwykłą właściwość - zmienia swoją długość pod wpływem zmian wilgotności powietrza i może się rozciągnąć nawet o 40%. Nic dziwnego, że próbuje się tworzyć coraz to lepsze syntetyczne nici, których własności byłyby zbliżone do nici pajęcznych. Skala ich wykorzystania jest ogromna! Począwszy od tworzenia kamizelek kuloodpornych na potrzeby wojska, spadochronów, trwalszych ubrań aż po bardzo wytrzymałe i nietoksyczne nici chirurgiczne oraz jako materiał stosowany do rekonstrukcji więzadeł.

Szokującą informacją jest, że już w 1709 r. Francuz Bon de Saint-Hilaire próbował wykorzystywać pajęczyny na większą skalę. Zebrał sporą ilość kokonów i zagotował je wytwarzając materiał na kilka par skarpet.

Kolejnym przykładem otrzymywania włókien pajęcznych, jest, być może znane Wam, doświadczenie kanadyjskiego

naukowca Jeffrey'ego Turnera, który wyhodował genetycznie modyfikowane kozy poprzez skrzyżowanie genów kozy i pająka krzyżaka. Okazało się, że dzięki temu przędza wytwarzana z mleka, podczas kontaktu z powietrzem ulegała samoorganizacji we włókna.

**Inna możliwa ścieżka...**

Istnieje inna możliwość tworzenia nici o wytrzymałości przewyższającej dotychczas omawiane. W 1991 r. za pomocą mikroskopu elektronowego dostrzeżono w próbce sadzy dziwne nici o długości kilku mikrometrów i średnicy kilku nanometrów. Częsteczki te nazwano nanorurkami. Jak się okazało jest to czwarta odmiana alotropowa węgla. Podczas badań wykazano, że nanorurki charakteryzują się:

- dużą twardością, gdyż występują w nich bardzo mocne wiązania między atomami węgla w płaszczyźnie grafitowej;
- moduł Younga (moduł sprężystości podłużnej) jest duży, dzięki czemu są wytrzymałe na rozciąganie i zginanie;
- zdolnością do zachowywania się jak metal lub półprzewodnik;
- małym oporem właściwym;
- bardzo dużą przewodnością cieplną.

Jak widać, nanorurki mogą stanowić poważną konkurencję dla syntetycznych nici pajęcznych. Jednak koszty przedsięwzięcia dla obu opcji są obecnie jeszcze zbyt duże. Niestety będziemy musieli jeszcze poczekać parę dobrych lat na ich realizację.

**Chodzenie po wodzie?**

Ugniatam białą substancję w dłoni. Jest twarda. Przystaję ugniatać i już spływa mi pomiędzy palcami.

Napełniwszy nią basen mogę przejść na drugą stronę. Kiedy się zatrzymam – tonę. Takie właśnie są uroki tzw. ni-

ewtonowskiej cieczy. To nic innego jak mieszanina mąki ziemniaczanej lub kukurydzianej i wody. Skąd taka nazwa? Zgodnie z założeniem Newtona, każda ciecz powinna mieć stałą lepkość w danych warunkach ciśnienia i temperatury. Nie wszystkie jednak ciecze spełniają to założenie, tak jak opisana wcześniej mieszanina. Pod wpływem przyłożenia siły (nacisk) lepkość gwałtownie rośnie tak bardzo, że ciecz przyjmuje właściwości ciała stałego. Kiedy siła ustąpi, mieszanina ponownie staje się cieczą. Inaczej niż ciecz Newtonowska, ciecz nie-Newtonowska jest płynem, którego lepkość zmienia się w zależności od oddziałujących na nią sił (tnących).

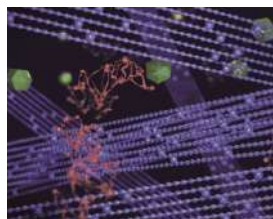
A dlaczego musimy wstrząsnąć butelkę z keczupem, aby wylać z niej zawartość? Pod względem fizycznym keczup także jest przykładem cieczy nie-Newtonowskiej. Keczup jest zawiesiną. Zawarte w nim cząsteczki układają się pod wpływem potrząśnięcia w odpowiednim kierunku, dzięki czemu spada lepkość keczupu i wypływa on z butelki.

**Przepis na ciecz nie-Newtonowską:** wsyp szklanekę mąki ziemniaczanej (skrobia ziemniaczana) do małej miski i małymi porcjami dodawaj wody tak długo, aż masa będzie miała konsystencję miodu. Jeśli chcesz, i masz taką możliwość, zrób więcej takiej masy w miednicy i spróbuj po niej chodzić. Nie zapomnij szybko przebierać nogami, bo inaczej zatoniesz!

**Czy wiesz że...?****Pracowity termit - aż wrze!**

Podstawowe skojarzenie, wywoływane przez słowo termit, to zapewne trochę podobny do mrówki owad z rzędu Isoptera. Tymczasem termit w innym znaczeniu

jest mieszaniną glinu (inaczej zwanego aluminium, stąd nazwa procesu wykorzystującego termit: aluminotermia) oraz tlenku żelaza, która po zainicjowaniu zapłonu reaguje rozgrzewając się do temp. ponad 3000°C, w efekcie czego otrzymuje się tlenek glinu i płynne żelazo (które ma temp. topnienia 1535°C):  $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{Al} \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Fe}(c)$ .

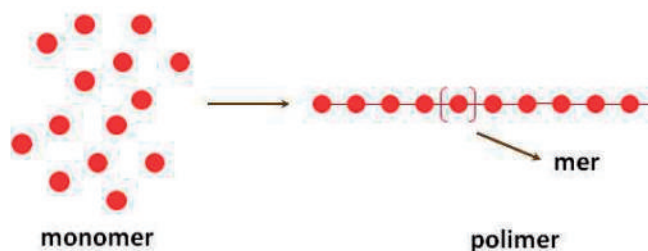


# Czy polimer może być inteligentny?

W latach 80. XX wieku pojawiło się zainteresowanie materiałami, które zaczęto określać jako inteligentne. Narastające oczekiwania projektantów nowatorskich rozwiązań technicznych spowodowały zainteresowanie różnorodnymi materiałami umożliwiającymi realizację koncepcji zaawansowanej techniki – w tym szczególnie inteligentnymi polimerami.

Inteligencja jest przedmiotem zainteresowania psychologii od samego początku jej dziejów. Ale jak to się ma do chemii? Czy pojęcie to można odnieść do polimerów? Czy polimer może być inteligentny? Okazuje się, że takie stwierdzenie jest słuszne. Ale po kolei...

**Polimery** – związki wielkocząsteczkowe otrzymywane w procesie polimeryzacji. Charakteryzują się regularną i powtarzalną budową – długie łańcuchy utworzone są ze stale powtarzających się jednostek zwanych **merami**. To tak jak korale, w których każda kulka jest mała i taka sama jak jej sąsiadki, ale połączone ze sobą dają długi, piękny i funkcjonalny łańcuch.



Polimery znalazły zastosowanie praktycznie we wszystkich dziedzinach życia: butelki na napoje, folie, woreczki, pojemniki, wykładziny i rury, szyby, wyświetlacze telewizorów i telefonów, farby, lakiery, kleje, ubrania, opony samochodowe, a nawet stałe paliwo rakietowe! Polimery otaczają nas każdego dnia. Ale czy zastanawialiśmy się kiedyś nad ich inteligencją? Dlaczego naukowcy przypisują nieożywionej materii cechy do tej pory zarezerwowane dla istot myślących? To właśnie postaramy się wyjaśnić.

Inteligentne polimery, to specjalna klasa polimerów. Nazywamy tak substancje, które w odwracalny sposób zmieniają swoje właściwości fizyczne i chemiczne w odpowiedzi na sygnał (bodziec) pochodzący z ich otoczenia. Sygnały te mogą mieć naturę chemiczną (pH środowiska, rozpuszczalniki), fizyczną (temperatura, działanie pola elektrycznego czy magnetycznego, promieniowanie) lub biologiczną (enzymy czy inne substancje biochemiczne). Typ specyficznych grup funkcyjnych obecnych w cząsteczce decyduje o czynniku śro-

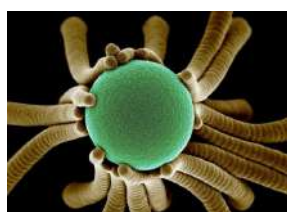
dowiska, na który taki polimer jest wrażliwy. W wyniku działania bodźca inteligentne polimery mogą wytrącać się z roztworów, zmieniać barwę, łańcuchy naniesione na powierzchnię lub żele polimerowe (usieciowane łańcuchy polimerów) mogą kurczyć się i rozszerzać...

Wśród naukowców trwa dyskusja, czy nazwa „inteligentny” jest dobrym określeniem takich materiałów. Bo czy człowiek (zawierający w swoim ciele bądź co bądź biopolimery), który wyjdzie na mróz bez kurtki i skurczy się pod wpływem działania niskiej temperatury może być określony mianem inteligentnego tylko dlatego, że w odpowiedzi na bodziec zmienił swój rozmiar? Takie i inne wątpliwości sprawiają, że w odniesieniu do polimerów inteligentnych używane są także mniej medialne nazwy, takie jak: wrażliwe na bodźce lub odpowiadające na bodźce.

Nie ulega jednak wątpliwości, że takie materiały polimerowe stanowią przyszłość wielu dziedzin nauki i techniki, a naukowcy coraz częściej badają takie właśnie polimery. Ich właściwości pozwalają na otrzymywanie nośników leków, które dostarczają aktywne substancje bezpośrednio do chorych komórek nie zatruwając całego organizmu; zaworów, które „wiedzą”, kiedy mają być zamknięte; bioreaktorów pozwalających na prowadzenie skomplikowanych reakcji otrzymywania substancji niezbędnych do życia, czujników ostrzegających o niebezpieczeństwie, materiałów konstrukcyjnych „pamiętających” swój kształt i takich, które zmieniają kolor lub emitują światło, samomyjących się powierzchni, materiałów samonaprawiających się czy sztucznych mięśni.

Jak działają takie materiały przyszłości? Zaczniemy od materiałów zmieniających kolor.

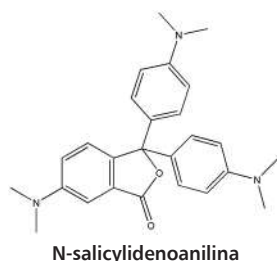
Początkowo, żeby przeżyć w otaczającym świecie a z czasem dla wygody, człowiek łączył swoje funkcjonowanie z szeroko pojętym rozwojem techniki. W związku z tym uczył się też wykorzystywać różne materiały do produkcji broni, narzędzi i ozdób. Najpierw opanował obróbkę kamienia, z czasem brązu i żelaza, natomiast obecnie trwa burzliwy rozwój tworzyw sztucznych. Niektórzy naukowcy z uśmiechem stwierdzają, że tak właśnie będzie nazywała się następna epoka („epoka tworzyw”). Niespełna trzydzieści lat temu zainteresowano się również materiałami, które niejako adaptują się do środowiska, tj. w odpowiedzi na określony bodziec zewnętrzny w czasie rzeczywistym zmieniają swoje właściwości (np. kolor, kształt, temperaturę, gęstość). Materiały te określono jako „inteligentne”. Wśród tych zaawansowanych materiałów, najszerze zastosowanie do tej pory znalazły materiały z pamięcią kształtu oraz materiały zmieniające kolor.



## Materiały inteligentne zmieniające kolor

Powszechnie wiadomo, że barwa, którą widzimy, powstaje w wyniku pochłaniania określonej długości fali z zakresu widzialnego i odbijania bądź przepuszczania pozostałych. Niektóre materiały, pod wpływem bodźca zewnętrznego w sposób odwracalny zmieniają np. strukturę krystaliczną, uporządkowanie molekuł (w ciekłych kryształach), izomerię. Takie transformacje mogą powodować również zmianę długości fali, jaką dany materiał absorbuje, i w związku z tym również zmianę postrzeganego przez nas koloru.

Zgodnie z definicją wprowadzoną przez T. Takagi, materiał inteligentny pełni jednocześnie rolę czujnika, analizatora i wykonawcy, przy czym reakcja materiału jest odwracalna. To oznacza, że w momencie zadziałania określonego bodźca materiał inteligentny go „zauważy”, „przemyśli” jak ma się zachować, a następnie zareaguje, np. zmianą barwy. Zaznaczyć należy, że o ile bodziec jest konieczny do wywołania efektu, to nie zawsze jest potrzebny do jego utrzymania. W związku z tym zmiana barwy wywołana określonym bodźcem będzie utrzymywała się nawet wtedy, gdy bodziec ten przestanie działać. Ze względu na rodzaj bodźca, wśród materiałów zmieniających kolor wyróżnić można trzy zasadnicze grupy:

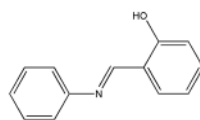


- **Materiały fotochromowe** zmieniają barwę pod wpływem zmiany natężenia światła.

Pochłaniają światło o określonej częstotliwości, co daje im energię niezbędną do przemiany między dwoma stanami różniącymi się zakresem częstotliwości fal

absorbowanych. Wśród materiałów fotochromowych tworzenie się nowego chromoforu (ugrupowania odpowiedzialnego

za barwę) często spowodowane jest transformacją izomeryczną. Przykładowymi materiałami fotochromowymi są np.: azobenzen, *N*-salicylidenoanilina.

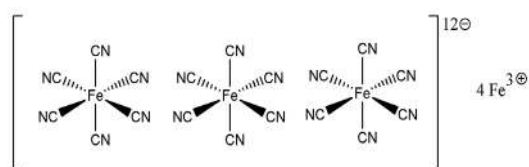


Lakton fioleto krystalicznego

spowodowane jest dostarczeniem

- **Materiały termochromowe** zmieniają barwę pod wpływem zmiany temperatury

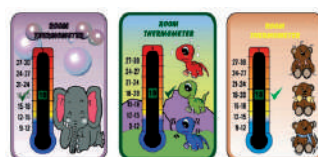
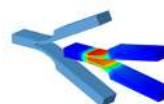
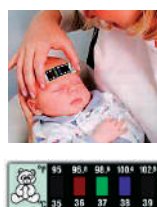
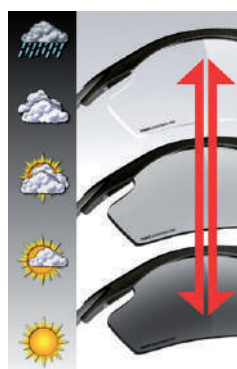
Tworzenie nowego chromoforu spowodowane jest dostarczeniem bądź odebraniem z układu energii termicznej. W tej grupie związków często spotyka się ciekłe kryształy, oraz podobnie jak w przypadku materiałów fotochromowych, związki zdolne do przemiany izomerycznej. Jako przykłady materiałów termochromowych można wymienić polidiacetylen oraz lakton fioleto krystalicznego (6-(dimetylamino)-3,3-bis(4-(dimetylamino)fenyli)izobenzofuran-1(3*H*)-on).



Błękit pruski

- **Materiały elektrochromowe** zmieniają barwę pod wpływem przepływu prądu.

Materiały elektrochromowe, to tak naprawdę układy redox, w których przepływ elektronów powoduje odwracalną przemianę jednego ugrupowania chromoforowego w inne. Wśród materiałów należących do tej grupy przeważającą część stanowią przewodzące tlenki metali oraz związki kompleksowe. Przykładowe stosowane związki to: trójtlenek wolframu, pięciotlenek wanadu, błękit pruski.



### Do czego to tak naprawdę służy?

Zastosowanie materiałów inteligentnych zmieniających barwę jest ograniczone wyłącznie pomysłowością człowieka. Materiały fotochromowe są coraz częściej stosowane jako materiał do produkcji szyb okiennych i soczewek okularów, które ciemnieją przy zwiększającym się natężeniu światła, a także optycznych nośników pamięci wielokrotnego zapisu i farb.

Materiały elektrochromowe znalazły zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym, w szczególności do produkcji szyb i lusterek. Kierowca z łatwością może przyciemnić lustro bądź zmienić przejrzystość szyb, co jest bardzo użyteczną opcją nie tylko w słoneczne dni, ale także podczas jazdy nocnej.

Materiały termochromowe wykorzystywane są przede wszystkim do produkcji czujników temperatury. Znalazły też zastosowanie jako elementy gadżetów, takich jak naczynia informujące o temperaturze zawartości oraz ładne i bezpieczne termometry bezręczne.





# Z życia Chemika-Empiryka!

Redakcja CHEMIKlight przygotowała dla Was, drodzy Czytelnicy, opis wielu ciekawych doświadczeń chemicznych. Są one doskonałą propozycją urozmaicenia lekcji chemii lub dodatkowych godzin, np. Kółka Chemicznego. Pamiętajcie jednak, że opisane poniżej **doświadczenia należy skonsultować z nauczycielem** prowadzącym zajęcia i **postępować zgodnie z jego zaleceniami** lub wręcz poprosić go o wykonanie tych efektownych doświadczeń, pokazujących, że chemia wcale nie musi być nudna, a wręcz przeciwnie – potrafi wywołać zdumienie lub śmiech, potrafi zaczarować Was i innych swoją magią...

Przedstawione poniżej doświadczenia stanowią początek serii doświadczeń, jakie ukażą się w kolejnych wydaniach CHEMIKlight. W każdym numerze podane będą propozycje doświadczeń o kilku stopniach trudności. Niektóre mogą się Wam wydać banalnie proste – choć przedstawione w oryginalny sposób. Inne będą odrobinę niezrozumiałe. Wszystkie jednak (mamy nadzieję) zachęcą Was do zagłębiania się w tajniki wspaniałej dziedziny wiedzy – Chemii. Nie wszędzie

podano zachodzące reakcje chemiczne, nie wszędzie także podano dokładne stężenia reagentów – wszystko po to, aby zmotywować Was, drodzy Czytelnicy, do działania;-)

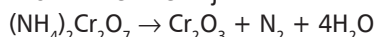
Wszelkie uwagi natury BHP oraz zagrożeń związanych z doświadczeniami i używanymi odczynnikami zostały omówione tylko ogólnikowo, aby nie przedłużać niepotrzebnie tekstu, który czytacie. Niemniej jednak, przed podjęciem jakiegokolwiek kroku w kierunku wykonania poniższych doświadczeń, należy zapoznać się z kartami charakterystyki substancji niebezpiecznych (MSDS) – substratów i produktów reakcji. **Należy wszelkie zagadnienia związane z tematem skonsultować z nauczycielem chemii**, który będzie nadzorował przebieg pokazu. Doświadczenia powinny być przeprowadzane w miejscu do tego przeznaczonym, pod wyciągiem, w stosownej aparaturze. Wszyscy uczestnicy powinni być ubrani w ochronne fartuchy laboratoryjne oraz okulary ochronne.

**Redakcja, ani autorzy artykułu nie ponoszą odpowiedzialności za powstałe straty materialne i zdrowotne.**



## Wulkan chromowy

Reakcja polega na termicznym rozkładzie poniższej soli zgodnie z głównym równaniem reakcji:



**Potrzebne odczynniki:** dichromian (VI) amonu –  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

**Szkło, sprzęt, dodatki:** tygiel, parownica, wulkan z masy solnej/gipsu.

**Wykonanie:**

W tygielku lub parownicy porcelanowej umieszcza się około 30 g dwuchromianu (VI) amonu. Następnie za pomocą palnika gazowego lub zapalanej wstążki magnezowej (trzymanej w szczypcach) inicjuje się termiczny rozkład opisanej soli. Następuje wyrzucenie dużej ilości tlenku chromu (III) poprzez powstające gazy poreakcyjne oraz iskrzenie, które przypomina erupcję wulkaniczną.



## Wytrysk Ludwika

Doświadczenie polega na reakcji między  $\text{H}_2\text{O}_2$  oraz jonami jodkowymi, z jednoczesnym zalkalizowaniem układu powodującym dodatkowo rozkład nadtlenu wodoru. Piana jest wynikiem użycia detergentu w układzie wydzielającym sporą ilość gazów.

**Potrzebne odczynniki:** jodek potasu lub jodek sodu – KI lub NaI, perhydrol (30% wodny roztwór  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), detergent „Ludwik”

**Szkło, sprzęt, dodatki:** kolba stożkowa duża (500ml lub 1000ml), tyżeczka.

**Wykonanie:**

Do kolby wlewa się około 80-100 ml perhydrolu i 10 ml detergentu w taki sposób, aby nie ochlapać ścianki naczynia. Miesza się zawartość delikatnie, w celu ujednoczenia mieszaniny. Następnie jednym szybkim ruchem wsypuje się porcję około 10-15g KI. Następuje wytworzenie piany i nadciśnienia w kolbie, powodującego wytrysk spienionej mieszanki przez wąską szyję naczynia na znaczną wysokość. Należy pamiętać że piana ta jest silnie żrąca (alkaliczna), a powstające opary, ze względu na zawartość jodu, są szkodliwe.



## Pięć kolorów z jednej cieczy

Doświadczenie to polega na przeprowadzeniu szeregu barwnych reakcji. Począwszy od zastosowania indykatora, poprzez hydrolizę soli ze zmianą pH, aż po utworzenie kompleksów.

**Potrzebne odczynniki:** roztwory wodne o małym stężeniu (dobrym eksperymentalnie) następujących substancji:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{KSCN}$ ,

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ; roztwór alkoholowy fenoloftaleiny, woda destylowana.

**Szkło, sprzęt, dodatki:** 5 zlewek lub kolb stożkowych o identycznej objętości.

### Wykonanie:

W pierwszej zlewce umieszcza się wodę destylowaną z kilkoma kroplami roztworu fenoloftaleiny do wysokości około 75% naczynia. W drugiej: kilka

kropli roztworu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  o stężeniu ok. 5%. W kolejnej, kilka kropli 5% roztworu soli żelaza. W czwartej zlewce znaleźć się powinno kilkanaście kropli roztworu rodanku potasu. W ostatniej zlewce – kilka kropli 2-3% roztworu  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Przelewa się mieszaninę kolejno ze zlewki do zlewki, powodując tym samym zmiany kolorów cieczy.



## Węże faraona

Gdy pierwszy raz ktoś spalił tiocyjanian rtęci, zwany potocznie rodankiem, widok przypominał węże tańczące po blacie. Nazwa węże faraona przyjęła się pomimo, że samo zjawisko zostało już dawno zrozumiane i opisane.

Nim opowiemy o samym zjawisku tworzenia się tzw. węży faraona, omówimy jak się do tego doświadczenia porządnie zabrać.

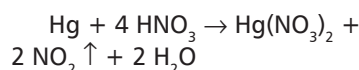
Jak wspomniano we wstępie, za zjawisko węży odpowiada spalający się rodanek rtęci. Rodanek rtęci, co trzeba wyraźnie zaznaczyć, jest toksyczny (tak jak praktycznie wszystkie sole rtęci). Praca z nim wymaga uwagi i podstawowych zasad BHP, jak rękawice, fartuch laboratoryjny i okulary ochronne.

Ponieważ rodanek rtęci jest trudno dostępny (nie można go kupić), to najlepiej przygotować go samemu.

Warto zaznaczyć, że do otrzymywania rodanku nie można użyć chlorku rtęci(II) ze względu na jego nikłe zdysocjowanie, a co za tym idzie małą chęć do reakcji z solami rodanowymi.

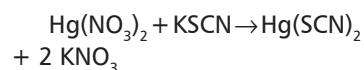
$\text{HgCl}_2 + \text{SCN}^- \rightarrow \dots$  - reakcja nie zachodzi...

Jeśli dysponujemy azotanem rtęci(II) czyli  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ , to będzie łatwiej. Jeśli nie, mamy przed sobą mało przyjemną reakcję: otrzymywanie go z rtęci i kwasu azotowego.



Pamiętajmy, że wydzielające się tlenki azotu są toksyczne i akumulują się w organizmie!

Gdy dysponujemy już roztworem azotanu rtęci i solą rodankową – najlepiej tiocyjanianem potasu – możemy przystępować do strącania rodanku rtęci.



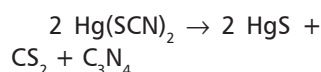
Wytrącający się biały osad stanowi rodanek rtęci, który należy odsączyć i wysuszyć.

### Wykonanie:

Otrzymany wcześniej rodanek rtęci zwilża się roztworem wodnym alkoholu i wyprasowuje kilka pastylek. Najlepiej użyć do tej czynności strzykawkę jednorazową z odciętym przodem. Tak wyprasowane pastylki pozostawiamy na 2-3 dni do wyschnięcia, a następnie układamy na płytce porcelanowej.

Podpalamy używając stopiny prochowej lub sznurka bawełnianego nasączonego saletrą potasową.

Po zapaleniu rodanek będzie płonął błękitnym, delikatnym płomieniem a produkty spalania będą się rozszerzać dając efekt pełzających węży, jak na rysunkach poniżej wg reakcji:



Rodanek tuż po zapaleniu



Płonący rodanek



**Pamiętajmy, że w produktach spalania znajdziemy siarczek rtęci, który mimo niskiej rozpuszczalności, jest nadal silnie toksyczny!**



# Analiza odcisków palców

Niejednokrotnie spotykamy się z sytuacją, np. w filmie czy w serialu, kiedy na miejscu zbrodni osoby z biura śledczego szukają charakterystycznych dowodów zbrodni pozwalających odnaleźć sprawcę zdarzenia. Czasami są to rzeczy pozostawione przez przestępcę, a niekiedy tylko ślady charakterystyczne dla danej osoby, jakim jest DNA (zawarte w krwi lub we włosach) lub odciski palców. Serial „CSI Kryminalne zagadki (...)” nie pokazuje nam techniki analizy zebranych próbek. Prezentuje jedynie kilka ujęć z laboratorium, które nie mówią nam nic szczególnego o metodach analizy. Dlatego w „Przewodniku kryminalistycznym” CHEMIKlight postaramy się przybliżyć metody używane w tym popularnym serialu. Zaczniemy od analizy odcisków palców.

Czym jest odcisk palców? Jakie informacje w sobie zawiera?

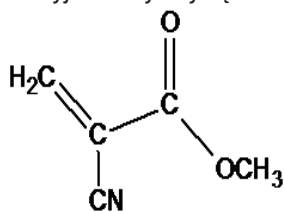
Każdy człowiek rodząc się otrzymuje na opuszkach palców pewną „pieczętkę” charakteryzującą jego osobę. Jest to unikatowy znak, dany tylko jemu, co oznacza że żadna inna osoba nie będzie miała podobnego wzoru na palcach, co więcej, od niemowlaka aż po późną starość wzór ten się nie zmienia! Te charakterystyczne wzory na opuszkach palców, to minucie. Jednak same linie papilarne nie wystarczą, aby pozostawić ślad na powierzchni. Bo tak naprawdę zostawiamy tłuste plamy substancji ekrynowych wytwarzanych w naszych gruczołach potowych, które są rozmieszczone niemalże na całej powierzchni skóry człowieka. Skład takiej wydzieliny, to głównie woda i rozpuszczone w niej jony metali (sodu, potasu) oraz m.in. mocznik i cukry.

Jak znaleźć odciski palców? Przecież one są niewidoczne na pierwszy rzut oka. Do tego posłużą nam lampy UV (niemal takie same, jak te obecne w klubach czy dyskotekach) i żółte gogle. Substancje organiczne różnie reagują na oświetlenie promieniami o wybranej długości fali. Nas interesuje wąski przedział od 440-445 nm, czyli światło niebieskie, które powoduje fluorescencję wielu płynów ustrojowych. Naświetlając otoczenie i oglądając je przez żółte gogle, mamy lepszą widoczność i warunki do poszukiwania interesującego nas śladu.

Pierwsze zadanie wykonane – odcisk znaleziony! Następnie przyjrzyjmy się przeróżnym metodom wywołania tych śladów, w celu przesłania ich do banku danych dla porównania z innymi odciskami, zebranymi w bazie.

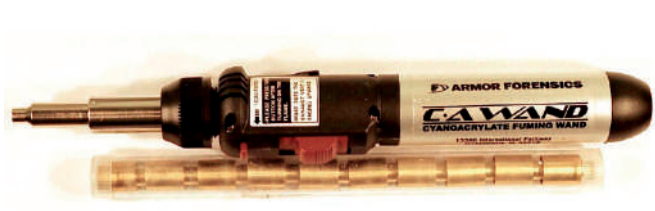
## Metoda cyjanoakrylowa

Cyjanoakrylany są to związki organiczne, które na szeroką skalę są stosowane jako superkleje (np. Kropelka). Szybko schną na powietrzu i wykazują dużą zdolność do przylegania substancji w skutek oddziaływań międzycząsteczkowych (adhezja). Jeśli ślad znajduje się na powierzchni trudnej do prze-



Cyjanoakrylan

transportowania (meblościanka, stół itp.), wtedy niezbędne jest pobranie odcisków na miejscu zdarzenia. Możemy użyć do tego pistoletu cyjanoakrylowego. Składa się on z pojemnika na gaz, palnika oraz grotu pistoletu, na który nakłada się naboje z cyjanoakrylem. Podczas ogrzewania grotu następuje silne wydzielanie par cyjanoakrylu. W ten sposób otrzymujemy coś na kształt spray'u. W wyniku opylania powierzchni, cyjanoakryl reaguje z wodą zawartą na odcisku tworząc białoszary osad.



Pistolet Cyjanoakrylowy z kompletem naboji



Teraz należy jeszcze skonstrastować zabezpieczony ślad proszkiem daktyloskopijnym (np. fiolet krystaliczny (gencjana albo czerni sudanowa), który zabarwi linie papilarne lub podłoże odpowiednio

na fioletowo i niebiesko-szaro lub spryskać roztworem fluorescencyjnym, który bardzo dobrze zwiąże się z cyjanoakrylanem (np. Rodamina 6G lub Safranina 0). Gotowe! Mamy już ślad, który możemy poddać analizie.

Metodę cyjanoakrylową stosuje się do powierzchni niechłonnych, czyli takich, które posiadają zwartą strukturę, co powoduje, że substancje nie wnikają w głąb materiału, lecz pozostają na jej powierzchni, np. metal, szkło itp. Metoda jest szybka w ujawnieniu śladów linii papilarnych i trwała, ze względu na trudno rozpuszczalny osad.

Cyjanoakrylany wykorzystywane są także w komorze cyjanoakrylowej. Na pierwszy rzut oka wygląda jak... lodówka. Owa lodówka składa się z termostatu (czyli urządzenia, które utrzymuje stałą temperaturę), nawilżacza powietrza, podgrzewacza oraz wentylatora (który zapewnia równe rozprzelenie par).

Na samym początku wykonuje się próbę przykładową. Wkładamy przedmiot do komory, ustawiamy temperaturę na 120°C, (pamiętamy o tym, aby wilgotność w komorze wynosiła ok. 80%) i obserwujemy nasz przedmiot, aż do ujawnienia się śladów daktyloskopowych. Przez ten czas następuje polimeryzacja estru cyjanoakrylanu etylu (lub metylu) na śladach linii papilarnych pozostawionych przez sprawcę, tworząc również trudno rozpuszczalny biało-szary osad. Na koniec, tak jak poprzednio, kontrastujemy proszkiem daktyloskopowym, aby uwidocznić szczegóły.

Inną metodą ujawniania odbitek linii papilarnych na przedmiotach są proszki ferromagnetyczne. Tym razem bawimy się w malarza. Nakładamy specjalny proszek (np. Argentorat)

na pędzel i delikatnie „malujemy” powierzchnie na miejscu zbrodni. Proszki te mają bardzo ciekawą zdolność do przylegania tylko do miejsc pokrytych warstwą potu. Metoda nieco żmudniejsza, ale również skuteczna i często stosowana.

Kiedy mamy już wyraźny odcisk palca, pozostaje nam tylko sprawdzenie, do kogo on należy. W serialu CSI trwa to tylko kilka sekund, kiedy zeskanowany ślad porównywany jest ze zgromadzonymi w bazie danymi. W rzeczywistości stosuje się program AFIS (ang. *Automated Fingerprint Identification Systems – Zintegrowany System Identyfikacji Daktyloskopowej*), który wykorzystuje skomplikowane algorytmy dopasowujące odcisk palca do znajdujących się w bazie danych. Jest to długa procedura. Działanie to wymaga bowiem bardzo szybkich komputerów, które mogłyby sprawdzić po kolei kolejne rekordy z bazy danych. A co sprawia, że program odnajduje odpowiednik? Linie papilarne układają się w charaktery-



Delta



Pętla



Wir

styczne wzory, najbardziej charakterystyczne to:

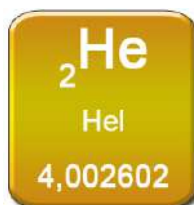
Oczywiście poszczególne ułożenia mogą się nakładać na siebie, co sprawia że istnieje niezliczona ilość kombinacji. Na zdjęciach pokazano miejsca charakterystyczne.

Droga od znalezienia dowodu do ustalenia sprawcy jest długa, czasami żmudna i wymagająca niezwykłych umiejętności, które pozwalają zabezpieczyć ewentualny dowód zbrodni. Jednak główna metoda opisana w tym temacie jest stosowana na szeroką skalę, czyli gra jest warta świeczki.

Drodzy przestępcy, nie będzie dla was taryfy ulgowej. Już my oto zadbamy!



# Matrix Mendelejewa



Hel (ang. *helium*) został wykryty wcześniej na Słońcu niż na Ziemi (stąd też jego nazwa Helios – Słońce) w 1868 r. niezależnie przez P. Janssenę i J. N. Lockyera, którzy badali widma światła słonecznego. Na Ziemi odkryto go dopiero w 1892 r. Wy-

pełniona powłoka walencyjna helu (1s<sup>2</sup>) jest powodem bierności chemicznej tego pierwiastka, uniemożliwia tworzenie cząstek dwuatomowych w warunkach normalnych. Właściwość ta pozwala stosować helowce wszędzie tam, gdzie potrzebna jest obojętna, beztlenowa atmosfera zapobiegająca reakcjom utleniania. Stosuje się je do napełniania żarówek (co zwiększa żywotność żarówki), do prowadzenia reakcji chemicznych w warunkach inertnych (obojętnych chemicznie), do wytwarzania półprzewodników. Hel stosuje się także do wytwarzania obojętnej atmosfery podczas spawania i cięcia metali. Używany jest również jako nośnik w analizie chemicznej (chromatografia gazowa) oraz przy hodowli kryształów krzemu i germanu, i wytwarzaniu tytanu i cyrkonu. W konserwatorstwie hel stosuje się np. do zabezpieczania cennych tkanin. Mieszaninę azotu, helu i tlenu wykorzystuje się jako gaz do oddychania dla nurków. Ponieważ hel ma niską rozpuszczalność w osoczu krwi, jego zastosowanie w butlach umożliwia uniknięcie choroby kesonowej (dekompresyjnej), jak również obniża efekt narkotyczny mogący nastąpić przy zastosowaniu mieszaniny składającej się z azotu i tlenu. Mieszanina hel/tlen stosowana jest też w diagnostyce i leczeniu astmy. Płynny hel używany jest do chłodzenia nadprzewodzących magnesów MRI. Ponieważ hel powstaje podczas rozpadu uranu i talu (jako cząstka alfa), może być stosowany do datowania skał i minerałów zawierających te pierwiastki.

Więcej na [www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl) – słoneczna chemia



Brom (ang. *bromine*) – z języka greckiego *bromum*, znaczy cuchnący. Pierwiastek ten najbardziej znany był jako dodatek do pożywienia w wojsku i w zakładach karnych dla obniżenia libido i jako środek uspokajający. Za odkrywcę bromu uważa się francuskiego chemika Antoine Jerome

Balarda. W 1826 r. podczas prowadzenia badań nad chlorem, Balard wydzielił z wody morskiej nowy pierwiastek o bardzo intensywnym zapachu i ciemnobrunatnej barwie wodnego roztworu. Brom jest pierwiastkiem bardzo reaktywnym, łączy się z metalami i niemetalami oraz z organicznymi związkami zawierającymi wiązania nienasycone. Obok rtęci, jest jedynym pierwiastkiem pozostającym w stanie ciekłym w temperaturze pokojowej. Jest bardzo rozpowszechniony w środowisku, jego główne zasoby znajdują się w wodzie morskiej. Zastosowanie bromu również jest dość szerokie, m.in. dodatek do środków gaśniczych, do otrzymywania barwników.


Więcej na [www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl) – słoneczna chemia



W wolnym tłumaczeniu aluminium (ang. *aluminium*) (które wywodzi się od łacińskiego słowa *alumen*) oznacza metal z gliny, stąd też polski termin – glin. Alun glinowo-potasowy opisany przez Herodota w V w. p.n.e. stosowany był już przez starożytnych Greków w farbiar-


stwie i medycynie (np. jako środek antyseptyczny). W 1825 r. H. Oersted jako pierwszy wyodrębnił glin, a dokładniej mówiąc stop glinu z potasem. Przeprowadził on tlenek glinu w chlorek, a następnie działał na niego amalgamatem potasu. Czysty metal otrzymał Fryderyk Wöhler w 1836/37 r. opierając się na tej samej reakcji. Produkcję glinu do celów przemysłowych rozpoczął w drugiej połowie XIX w. Henri Sainte-Claire Deville; surowcem był chlorek glinu, który mieszano z chlorkiem sodu i po stopieniu zredukowano metalicznym sodem. Kolejną próbę podjęli Anglik J. Percy i Niemiec H. Rose, którzy zastąpili

chlorek glinu i sodu naturalnym, sprowadzonym z Grenlandii, kriolitem. Jednak obie te metody były bardzo drogie. Dopiero w 1889 r. 24-letni Amerykanin Ch. M. Hall opatentował metodę elektrolityczną, która znacznie obniżyła koszty produkcji. Metoda taka wykorzystywana jest do dziś i pozwala na szerokie stosowanie glinu w wielu dziedzinach gospodarki. Ten lekki, srebrzystobiały metal o ciężarze ok. 1/3 ciężaru żelaza, jest najbardziej rozpowszechnionym metalem na kuli ziemskiej. Glin znalazł szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu i gospodarki. W elektrotechnice do wyrobu drutów i kabli, do otrzymywania stopów, takich jak duraluminium – Al+Cu+Mg+Si, skleron –Al+Zn+Cu, magnalium, hydronalium –Al+Mg, do wyrobu aparatury chemicznej, w przemyśle stoczniowym, lotniczym, maszynowym, samochodowym, budownictwie, do wyrobu farb. Barwiony podczas pasywacji – glin anodowy – jest szeroko stosowany w nowoczesnej architekturze. Glin używany jest również w przemyśle spożywczym.

Więcej na [www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl) – słoneczna chemia 



Pewnie niejednen z Czytelników zdaje sobie sprawę, że krzem (ang. *silicon*) (wg szacunków) jest najbardziej rozpowszechnionym (po tlenie) pierwiastkiem skorupy ziemskiej. Spora część z Was zna również jego właściwości fizykochemiczne. Ale czy zastanawialiście się, gdzie możecie spotkać krzem w otaczającym Was świecie? Krzem nie występuje w przyrodzie w stanie wolnym. Ze względu na wysokie powinowactwo do tlenu, występuje najczęściej w postaci tlenku krzemu ( $\text{SiO}_2$ ), w przeróżnych postaciach: krzemionka (piasek), kwarcyt, trydyt, kryształ górski, chalcedon, jaspis, agat, ametyst, krystobalit etc. Równie często możemy spotkać krzemiany i glinokrzemiany przeróżnych metali, stanowiące kolejną grupę związków, w których występuje omawiany pierwiastek, a które znajdują się np. w glinie. Krzemionka oraz krzemiany (i glinokrzemiany) od wieków przerabiane były na wiele różnych sposobów, tworząc tym samym całą gamę wielorakich mieszanek ceramicznych, spieków, itd. Do dzisiaj są one stosowane w budownictwie na szeroką skalę. Również szkło, do produkcji którego głównym surowcem jest tlenek krzemu, znalazło zastosowanie w tak wielu dziedzinach życia, że nie sposób ich wszystkich wymienić.

Więcej na [www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl) – słoneczna chemia 



Paracelsus, XVI-wieczny alchemik, był najprawdopodobniej pierwszą osobą, która otrzymała wodór (ang. *hydrogen*) stanie czystym. Opisywany również jako *hydrogenium*, czyli pierwiastek, z którego tworzy się woda. Wodór jest najpowszechniejszym pierwiastkiem

Wszęchświata. W stanie wolnym występuje w górnych warstwach atmosfery oraz w wyziewach wulkanicznych. Spotykany jest również w gwiazdach i obłokach międzygwiazdowych. W stanie związanym spotykany jest w postaci wody, uwodnionych minerałów, gazu ziemnego, ropy naftowej oraz w otaczającym nas świecie roślin i zwierząt. Wchodzi w skład związków biologicznie czynnych, takich jak DNA; jest pierwiastkiem nietoksycznym i bezpiecznym dla naszego organizmu. Jest to neutralny gaz, który nie zanieczyszcza wody, ziemi ani powietrza. Z wodoru otrzymuje się wodę – tak niezbędną do życia. Jedną z hipotez powstawania wody jest hipoteza

solarna, która mówi, że wiatr słoneczny niesie z sobą jądra (atomy) wodoru, które wchodzą w reakcję z tlenem dając cząsteczki wody. Jak wiemy woda jest bardzo rozpowszechniona; występuje w oceanach, jeziorach, rzekach, lodowcach, pod powierzchnią ziemi i w atmosferze. Jak się okazuje woda występuje nie tylko na Ziemi. NASA odkryła wodę na Marsie 31 lipca 2008 r., oraz na Księżycu w głębi zacienionego krateru podczas misji LCROSS 8 października 2009 r.

Więcej na [www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl) – słoneczna chemia 

## Czy wiesz że...?

### Jakie jest stężenie wody w wodzie?

**Sprecyzujmy: nie chodzi o (najbardziej chyba znane) stężenie procentowe tylko molowe oraz - rzecz jasna - czystą wodę.**

**Odpowiedź brzmi: 55 moli na  $\text{dm}^3$  (czyli litr). Jak to możliwe, zapytacie? Otóż jak wiadomo woda ma gęstość w przybliżeniu równą  $1\text{g/cm}^3$ , czyli  $1\text{dm}^3$ , ma masę  $1\text{kg}$  ( $1\text{dm}^3$ , to  $10\text{cm} \cdot 10\text{cm} \cdot 10\text{cm}$ , czyli  $1000\text{cm}^3$ ). Czym jest ów mol? To po prostu  $6,0221367 \cdot 10^{23}$  (stała Avogadra) cząsteczek, a w przypadku wody ma on masę  $18\text{g}$  ( $\text{H}_2\text{O} = 2 \cdot \text{H} + 1 \cdot \text{O}$  czyli  $2 \cdot 1 + 16$ ).**

**Ile więc moli wody zawiera  $1\text{dm}^3$  tej substancji? To już jest proste:  $1000\text{g}/18\text{g} = \sim 55$  moli. Ponieważ stężenie wyrażamy w molach na  $\text{dm}^3$ , to będzie miało ono wartość  $55\text{mol/dm}^3$ .**

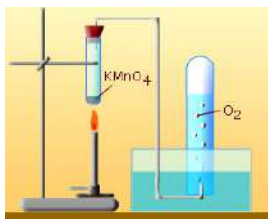
### Czy Silan, to płyn do płukania tkanin?

**Dla chemika - nie. Silan to inaczej krzemowodor,  $\text{SiH}_4$ , pierwszy z szeregu silanów (krzemowodorów) odpowiadających budową związkom węgla - nasyconym węglowodorom alifatycznym. W odróżnieniu od węglowodorów, silany są mniej trwałe (np. ulegają samorzutnemu spalaniu na powietrzu) i znanych jest tylko 6 pierwszych związków z ich szeregu homologicznego - od silanu (monosilanu) do heksasilanu,  $\text{Si}_6\text{H}_{14}$ .**

### Granaty - niebezpieczne, smaczne czy interesujące?

**Większości Czytelników granat kojarzy się z pociskami, bądź uprawianymi w regionie Morza Śródziemnego owocami krzewu z gatunku *Punica granatum*. Jednak mogą one stanowić także grupę nietuzinkowo wyglądających minerałów (m.in. pirop, almandyn, spessartyn, grossular, uwarowit czy andradyt), które po oszlifowaniu zamieniają się w kamienie półszlachetne.**

**Z punktu widzenia chemika, minerały te są krzemianami II i III-wartościowych metali; można je przedstawić ogólnym wzorem  $\text{M}^{\text{II}}_3\text{M}^{\text{III}}_2[\text{SiO}_4]_3$ , gdzie jako  $\text{M}^{\text{II}}$  występuje magnez ( $\text{Mg}^{2+}$ ), wapń ( $\text{Ca}^{2+}$ ), mangan ( $\text{Mn}^{2+}$ ) lub żelazo ( $\text{Fe}^{2+}$ ), a jako  $\text{M}^{\text{III}}$  glin ( $\text{Al}^{3+}$ ), żelazo ( $\text{Fe}^{3+}$ ) bądź chrom ( $\text{Cr}^{3+}$ ). To właśnie od metali wchodzących w skład granatów zależy barwa tych minerałów.**



# Gazy – ocean życia

Czy zastanawiałeś się kiedyś drogi Czytelniku, co to – tak właściwie – jest gaz? Otóż jest to jeden z podstawowych stanów skupienia, w którym cząsteczki (lub atomy) słabo oddziałują między sobą poruszając się swobodnie w całej objętości oraz nieustannie się zderzając. Gazy nie posiadają określonego kształtu ani objętości; można łatwo zaobserwować, że wypełniają całą dostępną przestrzeń. W czasach starożytnych każdy gaz nazywano powietrzem. Wtedy też były one uważane za jeden z czterech żywiołów. Polski alchemik Michał Sędziwój na przełomie XVI i XVII w. po raz pierwszy zauważył, że powietrze jest mieszaniną różnych gazów. Jego spostrzeżenia zostały potwierdzone dopiero 170 lat później, kiedy to Antoine Lavoisier dokonał pierwszej analizy powietrza.

## „Czad atmosferyczny” i „duch świata” – co, tak naprawdę, nas otacza?

Na lekcjach geografii dowiadujemy się, że powietrze jest mieszaniną gazów oraz cząstek stałych, z których składa się atmosfera, czyli warstwa otaczająca kulę ziemską i chroniąca ją przed negatywnym oddziaływaniem kosmosu. Powietrze podlega ciągłym przemianom. Może zmieniać się jego skład chemiczny oraz właściwości fizyczne. Mimo tego, ilość niektórych składników pozostaje stała. Zaliczamy do nich azot, tlen oraz gazy szlachetne, wśród których należy wymienić argon, hel, neon, krypton i ksenon. Drugą grupę składników tworzą te elementy powietrza, które mogą ulegać zmianom. Wśród nich wymienia się: wodę (w postaci pary wodnej), gazy przemysłowe będące efektem oddziaływań człowieka (takie jak dwutlenek węgla, dwutlenek siarki oraz tlenki azotu), a także związki organiczne i składniki mineralne.



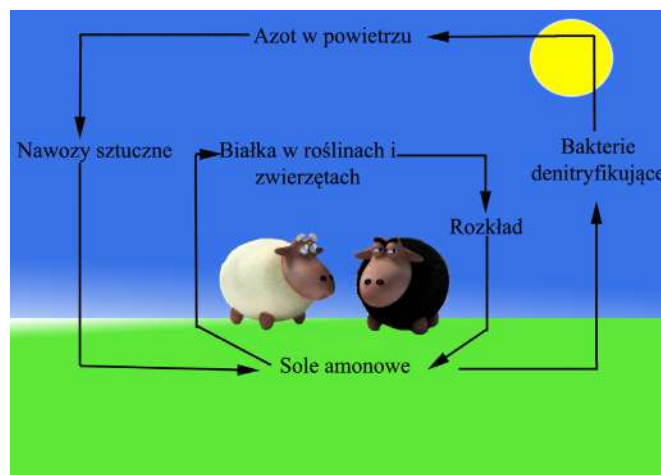
Skład procentowy powietrza

Za odkrywcę azotu – jednego z najważniejszych składników powietrza – uważa się Daniela Rutherforda. Jednak nie zawsze gaz ten nazywano właśnie azotem. Karl Wilhelm Scheele, kiedy odkrył nowy składnik powietrza, postanowił nazwać go powietrzem zepsutym; natomiast Lavoisier nazwał go *mofette atmosphérique* (fr.) – czad atmosferyczny. Jednak w 1787 r. wprowadzono nowe słownictwo chemiczne, wtedy też zaczęto gaz ten nazywać azotem, od gr. wyrazu *azotikos*

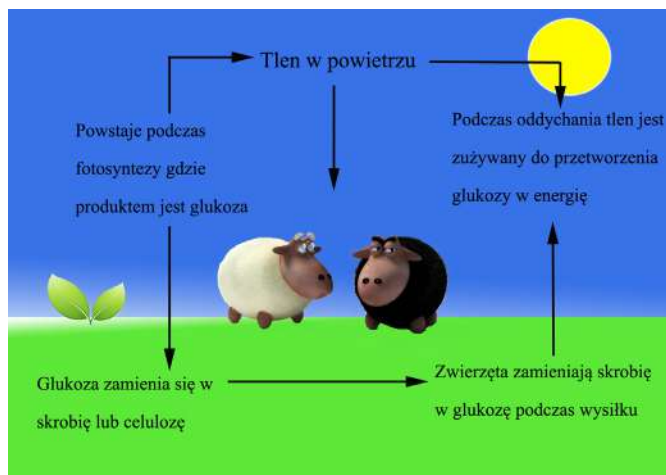
-niepodtrzymujący życia. Dziś gaz ten nazywamy azotem lub nitrogenium, a nazwę tę zawdzięczamy francuskiemu chemikowi Chaptalowi. Tlen – kolejny niesłychanie ważny gaz - odkrył najprawdopodobniej wcześniej wspomniany już Michał Sędziwój. Jak? Otóż wykonywał on doświadczenie chemiczne, które polegało na prażeniu saletry potasowej. Podczas prażenia saletra rozkłada się i wydziela się tlen. Doświadczenie to opisał w swoim dziele pt. „Dwanaście traktatów o kamieniu filozofów” stwierdzając, że saletra jest ciałem złożonym, zawierającym „ducha świata” (tak nazwał tlen, uznając go za kamień filozoficzny), umożliwiającym życie ludzi i zwierząt.

## Dlaczego powietrze jest dla nas takie ważne?

Odpowiedź jest prosta – bez niego nie byłoby życia na Ziemi. Powietrze wywiera ciśnienie na powierzchnię Ziemi (ciśnienie atmosferyczne). To w takich warunkach wykształciło się życie i zachodzą szeroko pojęte reakcje utleniania i redukcji. Ruch mas powietrza kształtuje pogodę. Dzięki parze wodnej w nim zawartej tworzą się chmury, bez których nie byłoby deszczu. Warstwa ozonu, znajdująca się w stratosferze na wysokości 15 – 20 kilometrów nad powierzchnią ziemi, pełni funkcję filtra pochłaniającego promieniowanie ultrafioletowe, wytwarzane przez Słońce, zabezpieczając organizmy żywe przed jego szkodliwym działaniem. Przerzedzenie tej warstwy nazywamy dziurą ozonową. Azot jest pierwiastkiem biogennym (umożliwiającym istnienie życia) i w organizmie spełnia głównie rolę budulcową. Jest składnikiem białek i kwasów nukleinowych (które spełniają fundamentalną rolę w zapisie informacji genetycznej wszystkich organizmów na Ziemi). W wymienionych wyżej przykładach azot nie może zostać zastąpiony przez żaden inny pierwiastek. Azot jest obecny w chlorofilu i cytochromach (biorą udział w oddychaniu komórkowym). Atomy azotu występują w związkach budujących błony komórkowe oraz we wtórnych związkach chemicznych spełniających różne, często nieokreślone bliżej role.



Obieg azotu w przyrodzie  
(rys. chemia.dami.pl)



Obieg tlenu w powietrzu  
(rys. chemia.dami.pl)

Chyba nikomu nie trzeba udowadniać, jak ważny dla każdego z nas jest tlen zawarty w powietrzu. Ludzie i zwierzęta pobierają tlen z powietrza w procesie oddychania, a wydzielają dwutlenek węgla. Z kolei rośliny przeprowadzając proces fotosyntezy, pochłaniają ten dwutlenek węgla i oddają do atmosfery tlen. W ten sposób zachowywana jest równowaga pomiędzy organizmami żywymi roślinnymi i zwierzęcymi oraz gazami. Organizm przeciętnego dorosłego człowieka zużywa w ciągu minuty ok. 0,3 g tlenu, a jego niedobór staje się niebezpieczny dla życia.

Z powietrza, poprzez jego rozdział, możemy uzyskać gazy użyteczne technicznie. Gazy te stosuje się np. do chłodzenia suszenia czy nawilżania. Ale gazy techniczne, to nie tylko te uzyskane z rozdziału powietrza. Ciekawym przykładem gazu technicznego jest podtlenek azotu, który jest powszechnie wykorzystywany jako jeden ze składników znieczulenia ogólnego, a także do znieczulenia w stomatologii. Wykazuje niewielkie właściwości euforyzujące i dlatego jest nazywany

gazem rozweselającym. Na pewno każdy z was otwierał kiedyś paczkę chipsów ziemniaczanych czy używał bitej śmietany w spray'u. Również tam podtlenek azotu znalazł swoje zastosowanie. Miłośników motoryzacji natomiast zainteresuje fakt, że gaz ten jest też stosowany w tuningu samochodowym.

### Słów kilka na temat zanieczyszczeń...

Powietrze jest bardzo ważne (wie o tym każdy z nas) – niestety bardzo rzadko uświadamiamy sobie, że im bardziej go potrzebujemy, tym bardziej je zanieczyszczamy. Działalność gospodarcza człowieka prowadząca do zanieczyszczeń powietrza stanowi dziś poważny problem, zwłaszcza w miastach. Duża koncentracja różnego rodzaju zakładów przemysłowych i źródeł energii oraz wzmożony ruch samochodowy odgrywają poważną rolę w dostarczaniu i gromadzeniu się w powietrzu atmosferycznym ogromnych ilości szkodliwych substancji. Charakterystycznymi dla miasta skutkami zanieczyszczenia powietrza jest występowanie smogu, osadzanie się znacznych ilości pyłów i sadzy, a także kwaśne deszcze. Innym czynnikiem prowadzącym do uwalniania do atmosfery dużych ilości szkodliwych substancji są awarie techniczne w elektrowniach lub innych zakładach przemysłowych. Mogą one prowadzić do bardzo poważnych w skutkach katastrof, których efektem jest trwała degradacja środowiska przyrodniczego. Awarie takie są też poważnym zagrożeniem dla zdrowia i życia człowieka.

Chyba już nikt z Was, drodzy Czytelnicy nie ma wątpliwości, że gazy to ocean życia. Bez nich tak naprawdę nie istniałby żaden nawet najmniejszy organizm.

Nie wolno nam zapominać, że gazy zaliczamy do jednego czterech stanów skupienia. A czym one tak naprawdę są? O tym dowiecie się z kolejnych wydań CHEMIKAlight...



## Terminologia

### Witamy w dziale TERMINOLOGIA!

W obecnych czasach znajomość fachowej terminologii w języku angielskim staje się niezbędna, jeśli chcemy rozwijać nasze zainteresowania w każdej dziedzinie nauki. Tak samo w przypadku chemii. Dlatego postanowiliśmy stworzyć dział poświęcony terminologii angielskiej w chemii. Poczynając od podstaw, które każdy chemik powinien znać, aż po specyficzne branżowe słownictwo, będziemy przedstawiać terminologię związaną z poszczególnymi artykułami publikowanymi w danym numerze, aparaturą chemiczną, szkłem laboratoryjnym, syntezą, etc. Przekonacie się, jak łatwo skorzystać z tego słownika i jak się przydadzą.

### FROM ARTICLES...

**Dactyloscopy** - a branch of forensic science dealing with finger print analysis.

dactyloscopy - daktyloskopia

forensic science (forensics) - kryminalistyka

**Finger print** - an impression of all or a part of the finger; basic fingerprint patterns include: loops, whorls and arches.

finger print - odcisk palca

fingerprint lines- linie papilarne

arch - łuk

loop - pętla

whorl - wir

**Minutiae (minutia)** - characteristic part of a single fingerprint line, e.g. ridge ending, ridge bifurcation, delta.

Minutiae (minutia) - minucja

ridge – grzbiet (wypukłość)

bifurcation – rozgałęzienie (rozwidlenie)

**Explosive** - a compound or a mixture able to fast, exothermic reaction with gaseous products emission, commonly used in mining, demolition and construction works, in firearms and ammunition.

mining - górnictwo

explosion - wybuch

explosive - materiał wybuchowy

component - składnik

mixture - mieszanina

stability - stabilność

detonation - detonacja

slurry explosives - materiały wybuchowe zawieszonowe

demolition works - prace wyburzeniowe

firearms - broń

**Photochromic lens** - lens that darkens when expose to ultraviolet radiation.

photochromic eyeglass lens - fotochromowe soczewki okularów

polymer - polimer

**Thermochromism** - ability of the substance to change color under the influence of changing temperature.

thermochromic mugs - kubki termochromowe

**Organogenic elements (ogrganogens)** - elements from which organic matter is composed of.

organogenic elements (ogrganogens) - pierwiastki organogenne (biogenne)

contamination - zanieczyszczenie

**Carbon dating (radiocarbon dating)** - analytical method allowing to determine the age of carbonaceous materials using radioisotope carbon - 14.

carbon dating (radiocarbon dating) - datowanie radiowęglowe  
isotope - izotop

radioactivity - promieniotwórczość

**Arsenic trioxide** - inorganic arsenic toxic compound.

arsenic trioxide - arsenik

inorganic - nieorganiczny

toxic - toksyczny

poison - trucizna

medicine (drug) - lekarstwo

**Noble gases** - a group of chemical elements characterized by a very low chemical reactivity.

noble gas - gaz szlachetny

chemical reactivity - reaktywność chemiczna

valence electrons - elektrony walencyjne

**Superacid** - an acid, which acidity is greater than that of 100% pure sulfuric acid, e.g. fluoroantimonic acid (HSbF<sub>6</sub>)

superacid - superkwas

acidity - kwasowość

fluoroantimonic acid - kwas fluorantymonowy

**Aqua regia (royal water, king's water)** - the mixture of concentrated nitric acid and hydrochloric acid in a volumetric ratio of 1:3 respectively,

characterized by very high corrosivity, able to dissolve royal metals, e.g. gold.

aqua regia (royal water, king's water) - woda królewska

concentrated - stężony

corrosivity - korozyjność

to dissolve - rozpuszczać

royal metals - metale szlachetne

**Radioactive decay** - a spontaneous process in which an unstable atomic nucleus emits ionizing particles and radiation.

radioactive decay - rozpad promieniotwórczy

atomic nucleus - jądro atomowe

## SYNTHESIS, MEASUREMENTS AND OTHERS

chemistry - chemia

chemist - chemik

chemical element - pierwiastek chemiczny

periodic table of elements - układ okresowy pierwiastków

chemical reaction - reakcja chemiczna

synthesis - synteza

boiling temperature - temperatura wrzenia

wavelength- długość fali

intermolecular interaction - oddziaływanie międzycząsteczkowe

adhesion - adhezja

roasting (calcinations) - prażenie

emission (release) - wydzielanie

## LABORATORY GLASS AND CHEMICAL APPARATUS

UV (ultraviolet) lamps - lampy UV (ultrafioletowe, nadfioletowe)

crucible - tygiel

conical flask (Erlenmeyer flask) - kolba stożkowa (kolba Erlenmayer'a)

beaker - zlewka

test tube - probówka

test tube rack - stojak na probówki

glass rod - bagietka szklana

condenser - chłodnica



Sudoku

	Fe	K				O <sub>2</sub>		
		Br <sub>2</sub>					Mg	
		He	O <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	S			Zn
He		Fe						
Zn		O <sub>2</sub>	Fe		Mg			
			K			Fe	Br <sub>2</sub>	
		S					K	
				Au	Zn			
Fe				K	He	Br <sub>2</sub>		

# Projekt SŁONECZNA CHEMIA

Projekt dofinansowany przez MNiSW

Inicjatywa Rady Programowej miesięcznika CHEMIK nauka • technika • rynek i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego – ma służyć zmianie świadomości społecznej w odniesieniu do chemii i dostarczyć argumentów w dyskusji o roli i znaczeniu chemii we wszystkich dziedzinach współczesnego życia oraz w rozwoju cywilizacyjnym świata.

## Najważniejsze działania:

- cykl publikacji wybitnych chemików – naukowców i inżynierów w czasopismach naukowo-technicznych
- książka – adresowana do nauczycieli na różnym poziomie kształcenia i ludzi zainteresowanych rozwojem cywilizacyjnym świata
- sformułowanie programu edukacyjnego w zakresie roli i znaczenia chemii i przemysłu chemicznego
- prezentacje multimedialne – adresowane do nauczycieli i uczniów/studentów
- warsztaty/szkolenia edukacyjne/festiwale nauki
- **CHEMIK light** – kwartalnik dla młodzieży szkół ponadpodstawowych oraz dla każdego, kto chce poznać wszechobecny świat chemii  
e-mail: [mlodychemik@miesiecznikchemik.pl](mailto:mlodychemik@miesiecznikchemik.pl)



## Projekt SŁONECZNA CHEMIA

jest wkładem polskich chemików w inicjatywę IUPAC „2011 – Światowy Rok Chemii”

Patroni:



[www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl)